

WIDE BAND ANTENNA ARRAY

Publication number: JP11017438 (A)

Publication date: 1999-01-22

Inventor(s): HILL DAVID ROY

Applicant(s): BRITISH AEROSPACE DEFENSE SYST

Classification:






- international: *H01Q9/26; H01Q11/10; H01Q21/06; H01Q21/08; H01Q9/04; H01Q11/00; H01Q21/06; H01Q21/08; (IPC1-7): H01Q11/10; H01Q9/26; H01Q21/06; H01Q21/08*

- European: H01Q11/10; H01Q21/06B1

Application number: JP19980162090 19980610

Priority number(s): GB19970011972 19970611

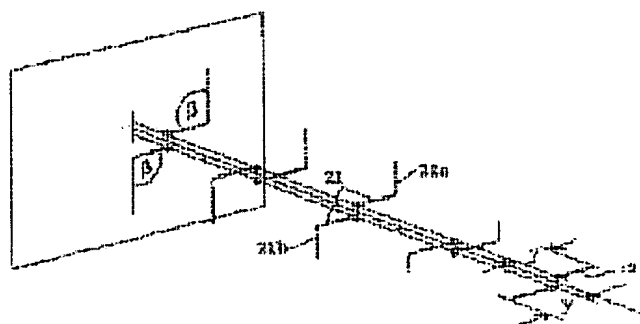
Also published as:

 JP4159140 (B2)
 EP0884798 (A2)
 EP0884798 (A3)
 EP0884798 (B1)
 US5900844 (A)

more >>

Abstract of JP 11017438 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an asymmetrical logarithmic cycle dipole array by which a grating lobe is restricted without limiting the interval of element by permitting the respective poles of an asymmetrical dipole to be asymmetric, permitting the lengths of the end parts of the dipole to be equal and permitting angles to be the prescribed one against the center part of the dipole so as to execute formation. **SOLUTION:** The individual dipole is arranged in, for example, a Z-shape, that is, asymmetrically. The angles β between the end parts and the center part are mutually equal and the asymmetric dipole is perfectly included in one planar area. The angles β is 90 deg., for example. Then, the whole center parts of the dipole is the same in length and is equal to semi-wavelength in a highest frequency operation. In this case, the lengths of the two end parts 21a and 21b of the asymmetrical dipole 21 by 90 deg. are equal. Thus, the width of the logarithmic cycle dipole array is fixed and adjustment is executed by the highest frequency operation regardless of the request of band width.



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-17438

(43) 公開日 平成11年(1999) 1月22日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

F I

H 0 1 Q 11/10

H 0 1 Q 11/10

9/26

9/26

21/06

21/06

21/08

21/08

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平10-162090

(22) 出願日 平成10年(1998) 6月10日

(31) 優先権主張番号 9 7 1 1 9 7 2 . 1

(32) 優先日 1997年 6月11日

(33) 優先権主張国 イギリス (G B)

(71) 出願人 598076557

ブリティッシュ エアロスペース ディフ
ェンス システムズ リミテッド
イギリス国, ジー・ユー・14 6ワイユー, ハ
ンプシャー, ファーンボロ, ファーンボロ
エアロスペース センター, ピー. オ
ー. ボックス 87, ワーウィック ハウス

(72) 発明者 デビッド ロイ ヒル

イギリス国 アイスレ オブ ウェイト,
ウートン ブリッジ, ケイト ヒル, スク
イレル リーブ

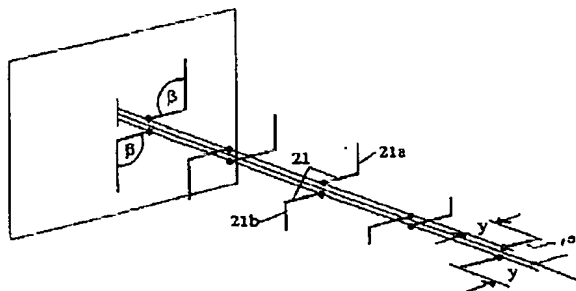
(74) 代理人 弁理士 浅村 皓 (外 3 名)

(54) 【発明の名称】 広帯域幅のアンテナアレイ

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 要素の間隔を制限することなく格子ローブを抑えることのできる、平面アレイを形成する非対称の対数周期ダイポールアレイ (L P D A) を提供する。

【解決手段】 この非対称L P D Aでは、最短のダイポールを除く全てのダイポールは非対称の「Z」型である。1つの実施の形態では、Zダイポールの端部分と中央部分の角度は90度である。非対称L P D Aの幅は一定で、最高周波数のダイポールの長さに等しい。非対称L P D Aの平面アレイは、少なくとも1オクターブにわたって格子ローブのない性能を示す。動作周波数の上限は、主としてフィード点を製作する精度により決まる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 直線アンテナアレイの要素であって、全長の等しくない複数の非対称ダイポールと、少なくとも1つの短い非対称でないダイポールとを備え、前記非対称ダイポールの各ポールは非対称であって前記ダイポールの端部分の長さは等しくかつ前記ダイポールの中央部分に対して所定の角度で形成され、前記中央部分の長さは最も短い非対称でないダイポールの長さに等しく、前記ポールは各2本の導体の伝送線路に交互に接続して正しい励起位相で動作し、前記導体は垂直面内に平行に並び、各ダイポールの長さと同前記伝送線路の軸上の固定基準点からの距離の比は一定であり、また前記各ダイポールの全長は全周波数帯域内の所望の離散的送信または受信周波数に関係する半波長またはその倍数に等しい、直線アンテナアレイ要素。

【請求項2】 前記端部は実質的に非対称であって前記中央部分に対して直角である、請求項1に記載の直線アンテナアレイ要素。

【請求項3】 各ダイポールの各端部は逆向きに設けられて1つの垂直面内にある、請求項1または請求項2に記載の直線アンテナアレイ要素。

【請求項4】 各ダイポールの各端部は逆向きであり、実質的に1つの平面内にある、請求項1または請求項2に記載の直線アンテナアレイ要素。

【請求項5】 各ダイポールの各端部は同じ向きであり、実質的に同じ平面内にある、請求項1に記載の直線アンテナアレイ要素。

【請求項6】 前記ダイポールと伝送線路の各導体はプリント回路板の上にエッチされ、その平面の表面は実質的に並行である、請求項4または請求項5に記載の直線アンテナアレイ要素。

【請求項7】 前記伝送線路の各導体とこれに接続する前記各ポールは前記プリント回路板の異なる側にエッチされる、請求項4または請求項5に記載の直線アンテナアレイ要素。

【請求項8】 前記ダイポールと伝送線路は、最大の非対称ダイポールを含む寸法から最短の非対称でないダイポールを超える点でのゼロ寸法まで次第に減少して誘電材料の薄板内に含まれる、請求項5または請求項6に記載の直線アンテナアレイ要素。

【請求項9】 前記アンテナアレイ要素の軸は互いに平行であり、前記直線アレイの基礎を形成する線に対して直角である、前記請求項のいずれかに記載の複数の前記直線アンテナアレイ要素により形成される直線アレイ。

【請求項10】 前記直線アンテナアレイ要素は格子の節点上に規則的なまたは不規則的な間隔で設けられ、前記格子の節点は長方形か三角形かまたはその他の幾何学的形状でよく、前記直線アンテナアレイ要素の軸は互いに平行で前記平面アレイの平面に対して直角である、請求項1から8のいずれかに記載の複数の前記直線アンテナアレイから成る任意の形状の平面アレイ。

ナアレイから成る任意の形状の平面アレイ。

【請求項11】 請求項10に記載の前記平面アレイの表面を一重にまたは二重に曲げることにより形成される非平面領域アレイ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は例えばある種のレーダー装置に見られる無線周波数アンテナアレイ用の放射要素に関するもので、より特定すると、このようなアンテナアレイの非常に広い周波数帯域幅の動作に関する。

【0002】

【従来の技術】電磁エネルギーは、種々の特定の形状のアンテナ構造により放射および受信される。ごく普通の簡単なアンテナ構造は、自動車の放送無線受信や家庭内テレビ受信への応用に見られる。より複雑なアンテナ構造は、軍用および商業用の、遠方の移動中のターゲットを検出するためのレーダー装置に見ることができる。

【0003】最も複雑なレーダーアンテナはある種のアンテナアレイであって、例えば、複数の個別の小さなアンテナ要素を相互に接続して、アレイ全体を動かさずに空間内の電磁エネルギーの放射ビームを電子的に操作できるように設計されている。

【0004】アレイを形成する個々のアンテナ要素は、例えばよく知られている簡単なダイポールでよい。このような要素を基本要素と呼び、通常は放射エネルギーの所定の周波数において可能な最小の寸法を有する(図1)。ダイポールアーム1aと1bの長さは通常は動作周波数においてそれぞれ1/4波長であって、金属接地板2の上から1/4波長xだけ離して設け、所望の方向zに放射させる。伝送線路3は、ダイポールアーム1aと1bにエネルギーを供給する。長さlと直径dの比は通常は10以上であり、帯域の中心周波数に対して数パーセントの狭い周波数帯で良好な性能を示す。

【0005】アンテナアレイは所定の表面領域上に均一にまたは不均一に配置した複数のこのような要素を用いて製作し、所望のアンテナ放射特性を与えるよう選択する。表面は2平面以上で平面または曲面であり、周辺の形状は任意でよいが一般に円形または長方形、または単なる直線(長方形の一辺の寸法がゼロの特殊な長方形)である。

【0006】図2は、金属接地板6の上に設けられたM×N個のダイポール要素5の長方形アレイを示す。アレイ内のアンテナ要素は、例えば長方形(図の場合)または三角形の幾何学的格子4の節点の上に互いに間隔をあけて置かれる。アレイポールのパターンが望ましくない形にならないようにするには、要素5の相互の間隔sとpとdは放射電磁エネルギーの波長の分数の或る最大倍数を超えてはならない。アレイ内の要素の数を減らそうとして間隔をこの最大要素間隔より大きくすると、アレ

イから放射されたエネルギーのポールパターン内に「格子ローブ(grating lobes)」ができる。格子ローブはパターンの主(基本)ローブの複製であるが、空間的な方向が異なる。

【0007】レーダー応用では、主ビームが検出したターゲットと格子ローブビームが検出したターゲットを区別することができないため不明瞭になる。レーダー信号プロセッサは格子ローブビームが検出したターゲットを主ビームが受信したものとして処理し、全く間違った空間的方向を割り当てる。レーダーでも放送や通信サービスなどの他の応用でも、格子ローブは望ましくない空間領域にいくらかのエネルギーを運んでシステムの動作効率を悪くする。

【0008】多くの狭い周波数帯域応用においては、アレイ要素の間隔を制限することは一般に可能である。放射されたパターンの主ビームを電子的に走査しない場合は、動作周波数において図2の間隔 d を最大で半波長にすることができる。主ビームを電子的に走査する場合は、最大走査角を大きくするに従って間隔を減らして、垂直線からアレイ表面まで90度走査するときの最小で半波長にしなければならない。

【0009】しかし、広い周波数範囲で電磁エネルギーを送信および受信しなければならない場合がある。例えば、所定の広い周波数範囲に分布する1つまたは複数の周波数で動作する、周波数に鋭敏なレーダーである。周波数に鋭敏なので、どんな性質の妨害がどの周波数の受信より強くてもレーダーすなわち戦術的通信システムは動作を継続することができる。鋭敏性はターゲット検出や信号処理において他の利点を持ち、これはレーダー装置に一般に、特に軍事機能への応用に利用されている。

【0010】このような周波数に鋭敏な軍用では、できるだけ広い周波数帯域で、少なくとも1オクターブにわたって動作することが一般に望ましい。このためには、アレイの各要素は選択された周波数範囲で動作し、かつ各要素の相互の間隔は前に述べた最大間隔基準を全ての動作周波数で満たさなければならない。帯域の平均周波数に対して約30%の広い幅にわたって動作する広帯域ダイポールを設計する技術が確立されているが、単一直線ダイポールなどの従来のアンテナ要素ではこれは明らかに不可能である。例えば、広帯域半波ダイポールについては、M.C. Bailey の、アンテナおよび伝播に関するIEEE紀要(IEEE Transactionson Antennas and Propagation), vol AP-32, No. 4, April 1984, pp 410--412に述べられている。これは動作帯域の平均波長の0.32倍の長さを持つ蝶ネクタイ形のダイポールであって、約600MHzを中心とする33%帯域幅で十分な性能を示し、入力電圧定在波比(VSWR)が2.0を超えないという基準で決定される。

【0011】周波数のオクターブ変化にわたって放射するダイポールを作ることができたとしても、複数のこの

ようなダイポールで形成されたアレイでは、オクターブ範囲で格子ローブのない放射を確実に行うのに必要な間隔の条件を満たすことはできない。ダイポールの長さは最低周波数での半波長と最高周波数での半波長の間なので、ダイポール間の物理的干渉を避けるためにはアレイ内のダイポールの間隔は最高周波数での半波長を超えなければならない。実績のある分析ソフトウェア数値電磁コード(NEC)を用いた、上述のアンテナと伝播に関するIEEE紀要の中の論文に示されている蝶ネクタイの数学モデルによると、オクターブ周波数範囲にわたって動作するよう設計することはできない。

【0012】アレイアンテナに用いる要素は単一ダイポールである必要はない。図3に示す対数周期ダイポールアレイ(LPDA)は平行の線の伝送線路7の上に一連の半波長ダイポールを同一平面に並列に配置したもので、広帯域要素として用いることができる。図3に示す5要素LPDAはLPDA級のアンテナの代表的なものである。LPDAに用いるダイポール要素の数は必要な性能特性によって決まる。LPDA内のダイポールの長さの間隔は、固定座標基準点8からの距離に対数的に比例して増加する。LPDAへのエネルギーは、ダイポール10に近い供給点9から、基準点8の方向に供給される。

【0013】最初のダイポール10と最後のダイポール11は、数オクターブから1デカッドにわたる対象とする周波数帯に適するようそれぞれ選択される。ダイポール10の寸法は、帯域の高周波数端で正しく放射するよう選択する。金属接地板12をダイポール11から最低動作周波数における約1/4波長のところに設けて単方向放射を行わせる。例えば逆方向に放射されたエネルギーがレーダーの動作に悪影響を与えるようなレーダーにこの発明を応用するときは、単方向放射が望ましい。伝送線路7は点Aで金属接地板12と交差して短絡する。このようなLPDAは既知であって例えば英国特許番号第84889号にこの種のLPDAが示されており、広く用いられている。LPDAが放射または受信する電界ベクトルの方向を波の偏りと呼び、矢印Eで示す。ベクトルEはダイポールの共通平面(図では水平)内にある。それは、ダイポール励起電流が全てこの平面内にあるからである。

【0014】平面アレイアンテナは複数のLPDA要素を含み、ダイポールの個々の組を含む平面は平面アレイに垂直になるように配置される。図4は、長方形格子19の節点上に配置された、アレイ内の要素14-18を示す。

【0015】このように形成された平面アレイの利点は、その垂直方向から広い角度のパターンのサイドローブが、単一ダイポール要素の対応するアレイからのサイドローブに比べて少ないことである。その理由は、LPDA要素のビーム幅がダイポール要素のビーム幅より狭

いからである。格子ローブをなくすためにダイポール要素のアレイに適用されるものと同じ要素間隔基準がLPDA要素のアレイにも適用されるが、LPDA要素のビームパターンが狭いために格子ローブの大きさは減少する。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】LPDAでは単一ダイポール要素の周波数帯域幅の制限はなくなるが、単一広帯域幅ダイポールと同様に、平面アレイにより生成される格子ローブを抑えるのに必要な間隔基準は満たさない。例えば、図4のLPDA14と15は、図3の最長のダイポール要素11で可能な間隔より近くにアレイ内に置くことはできない。もしそうすると、LPDA14と15内の高周波要素20は高周波で相互に半波長以上（LPDAが1オクターブにわたって動作するよう設計すると実際には1波長）離れて、動作帯域内の高い周波数で格子ローブが形成される。

【0017】

【課題を解決するための手段】この発明の目的は、上記の問題を解決する直線アレイ要素を与えることである。

【0018】この発明は、全長の等しくない複数の非対称ダイポールと、少なくとも1つの短い非対称でないダイポールを備える直線アンテナアレイ要素を与え、前記非対称ダイポールの各ポールは非対称であって前記ダイポールの端部分の長さは等しくかつ前記ダイポールの中央部分に対して或る角度で形成され、ここで前記中央部分の長さは最も短い非対称でないダイポールの長さに等しく、前記ポールは各2本の導体の伝送線路に交互に接続して正しい励起位相で動作し、前記導体は垂直面内に平行に並び、各ダイポールの長さと同前記伝送線路の軸上の固定基準点からの距離の比は一定であり、また前記各ダイポールの全長は全周波数帯域内の所望の離散の送信または受信周波数に関係する半波長またはその倍数に等しい。

【0019】端部分は好ましくは中央部分に対して直角である。この発明の別の態様では、各ダイポールの各端部分は逆向きに設けられて1つの垂直面内にある。この発明の別の態様では、各ダイポールの各端部分は逆向きであり、実質的に同じ水平面内にある。

【0020】この発明の更に別の態様では、各ダイポールの各端部分は同じ向きであり、実質的に同じ水平面内にある。この発明により、LPDA内の最低周波数（最大長さ）のダイポールにより課せられた平面アレイ内のLPDAの間隔についての制限はなくなり、少なくとも1オクターブの周波数帯域にわたって平面アレイアンテナは良好な動作を行う。

【0021】非対称LPDA要素は、隣接要素との間隔が格子ローブ抑制基準に従う複数の要素で構成されるアレイ内に理想的に置かれることは明らかで、アレイアンテナビームは少なくとも1オクターブの周波数帯域にわたって理想的に走査する。

たって理想的に走査する。

【0022】複数の非対称LPDA要素は、システムが受信する自然のまたは人工の干渉信号に対して広帯域周波数鋭敏性が優れた防壁になるような特定のシステム応用のアレイとして用いられる。

【0023】

【発明の実施の形態】

【実施例】図5は、個々のダイポールを「Z」形すなわち非対称に配置した非対称LPDAを示す。端部分と中央部分の間の角度 β は互いに等しく、非対称ダイポールは1つの平面領域内に完全に含まれる。図の場合の角度 β は90度である。より詳しく述べると、全てのダイポールの中央部分の長さは同じであって、最高周波数の動作での半波長に等しい。すなわち従来の非対称でないLPDA内の最短ダイポール10の長さ（ y の2倍）に等しい。例えば90度非対称のダイポール21の2つの端部分21aと21bの長さは等しく、全ダイポール長さは図3の13で示す等価直線ダイポールと同じである。このようにLPDAの「幅」は一定であり、帯域幅の要求とは無係に最高周波数の動作により調整される。

【0024】複数のこのような非対称ダイポールにより形成されるLPDAを製作する方法はいくつかある。図6から図9はこの発明の4つの実施の形態を示す。金属接地板を垂直面で示し、2線の伝送線路が第2の垂直面内にある接地板と直角に交わるように示すと説明を理解しやすい。

【0025】図6において、LPDAを形成する各ダイポールを含む平面は互いに平行であり、また金属接地板に平行である。しかし、非対称LPDAを形成するダイポールは電流を運ぶ成分（ I_h ）と（ I_v ）をそれぞれ水平面と垂直面に有するので、放射電界ベクトル E は水平面内にはない。LPDAが送信する信号の偏りは直線ではあるが傾斜面内にあり、非対称ダイポールの構成部品が放射する電界の水平成分と垂直成分のベクトル和である。これを図6に低周波ダイポールアーム22aと22bにおける成分 E_{1h} と E_{1v} で示す。ベクトル和により真の低周波電界は $E_1 = E_{1h} + E_{1v}$ であり、水平に対して角度 θ だけ傾斜する。ただし $\theta = \tan^{-1} (E_{1h} / E_{1v})$ である。 θ は明らかに低周波ダイポールにおいて最大である。高周波ダイポールでは、垂直電流成分を含まないのでゼロである。このように、非対称LPDAが放射する電界の偏りは直線であってその方向は周波数の関数である。アンテナが受信する信号についても同じことが言える。

【0026】レーダーでは、送信信号の偏りと受信信号の偏りは主として予想されるターゲットと地勢クラッタの性質を考慮して選択される。通常は水平か垂直か45度である。レーダーとその応用の性質によるが、非常に広い鋭敏な帯域幅にわたって動作できるので、周波数に従う偏りの回転から生じる欠点を打ち消すことができ

る。メートル波(VHF)と超高周波(UHF)では、偏りが垂直のときは低周波(VHF)で起こる回折により、また偏りが水平のときは高周波(UHF)の葉浸透(foliage penetration)特性により、明らかな利点がある。非対称LPDAがVHF帯とUHF帯の適当な部分をカバーするよう設計すると、これらの利点は図6に示す複数の非対称LPDA要素の平面アレイにより実現される。

【0027】この発明の第2の実施の形態を図7に示す。この場合は、フィード伝送線路24aと24bを形成する導体の小さな間隔を無視すれば、非対称ダイポールは単一水平面内に制限される。したがってこの実施の形態の非対称LPDAが送信する電界の直線の偏りは水平である。これは、例えば回折や葉浸透機構が重要でない高周波レーダーなどの、この発明の特定の応用において指定される要求である。

【0028】ダイポールの端部分が図8に示すように「C」型の非対称であって並行で同一平面に配置されているときは、この非対称LPDAは図7に示す実施の形態の性能に比べて広い角度(α)で優れた性能を持つ。これは「C」型のダイポールの端部分が運ぶ電流が大きさが等しくて方向が逆だからであって、放射された電界成分は打ち消す傾向にある。 $\alpha=90$ 度のとき、成分は完全に打ち消されてその方向には放射が起こらない。これは、例えばレーダー応用において平面アレイ内に用いる非対称LPDA要素としては理想的である。

【0029】この発明の第4の実施の形態を図9に示す。この場合は、図8に示す形の非対称ダイポールと伝送線路は1つの両面または2つの片面のプリント回路板26の上に完全に集積組立品としてエッチされる。この方法で製作すると製作公差の優れた制御と良い再現性が得られる。これは、波長が非常に小さい周波数では重要な利点である。ダイポール要素と伝送線路は、最大の非対称ダイポールを含む寸法から最短の非対称でないダイポールを超える点のゼロ寸法まで次第に減少する、誘電材料の薄板内に含まれる。

【0030】上に述べた各実施の形態において、アレイの端には多数の非対称でないダイポール10を設けてよい。図10に、同じ非対称LPDA要素が平面アレイ内に配置された実施の形態を示す。各要素は規則的な長方

形格子上に配置され、各軸は互いに平行であって前記直線アレイの基礎を形成する線に対して直角である。

【0031】平面アレイは、前に述べた複数の直線アレイ要素を含む任意の形に製作してよい。直線アレイ要素は格子の節点上に規則的なまたは不規則的な間隔で設けてよい。節点は長方形か三角形かまたはその他の幾何学的形状でよく、直線アレイ要素の軸は互いに平行であって平面アレイの平面に対して直角である。

【0032】非平面アレイは、上に述べた平面アレイの表面を一重にまたは二重に曲げて製作してよい。この発明の応用はVHF帯とUHF帯に限られるものではなく、原理的にはレーダーや通信やその他の目的で、広い帯域幅、特に1オクターブ以上にわたって動作させるのに必要な、任意の平面または直線アレイアンテナに用いて非常に利点がある。周波数の上限は、フィード点と伝送線路を製作できる精度により決まる。

【図面の簡単な説明】

この発明の種々の実施の形態を、次の図面を参照して説明する。

【図1】従来のアンテナアレイの基本要素であるダイポール。

【図2】金属接地板の上にM×N個のダイポール要素を配置した従来の長方形のアンテナアレイ。

【図3】従来の対数周期ダイポールアレイ(LPDA)。

【図4】M×N個のLPDAを配置した従来の長方形のアンテナアレイ。

【図5】この発明の非対称対数周期ダイポールアレイ(LPDA)。

【図6】この発明のLPDAの1つの実施の形態。

【図7】この発明のLPDAの別の実施の形態。

【図8】この発明のLPDAの別の実施の形態。

【図9】この発明のLPDAの別の実施の形態。

【図10】非対称LPDAの平面アレイ。

【符号の説明】

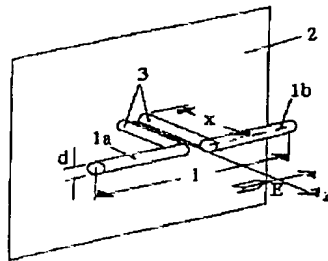
2 金属接地板

5 伝送線路

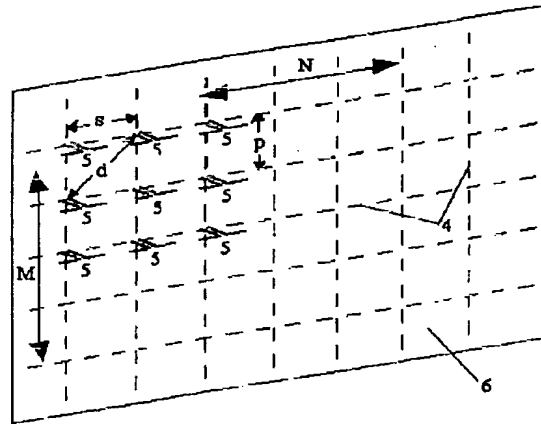
10 非対称でないダイポール

21 非対称のダイポール

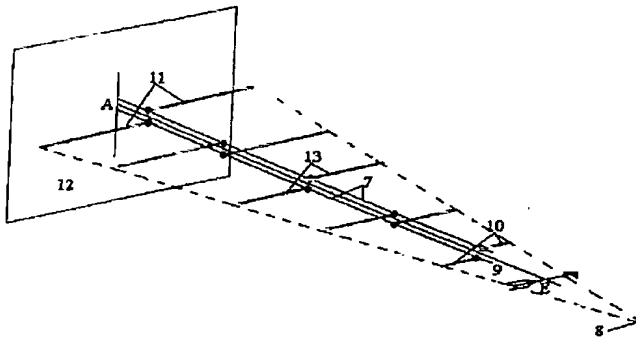
【図1】



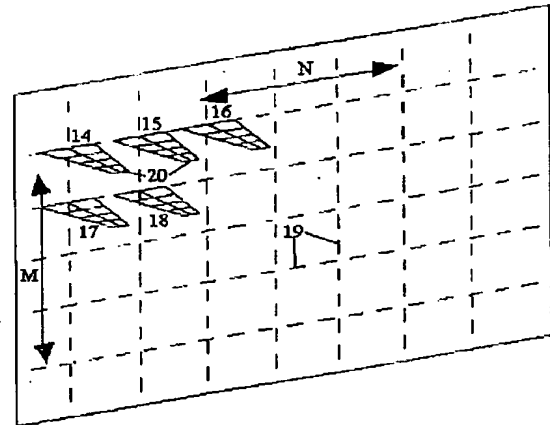
【図2】



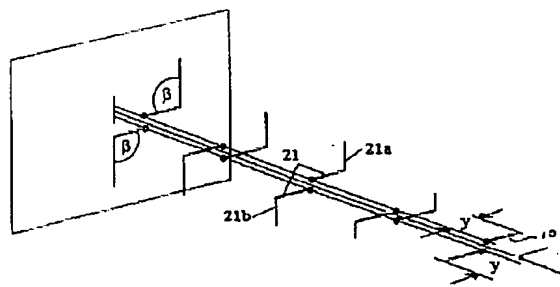
【図3】



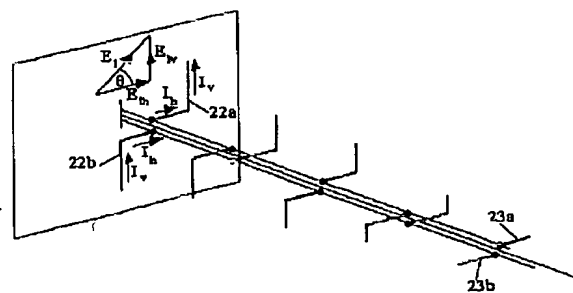
【図4】



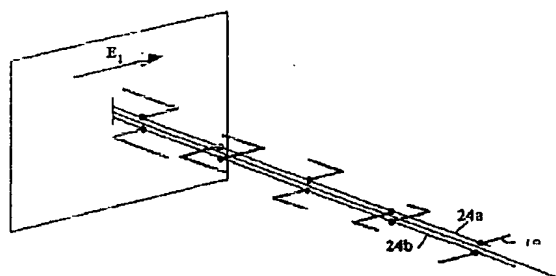
【図5】



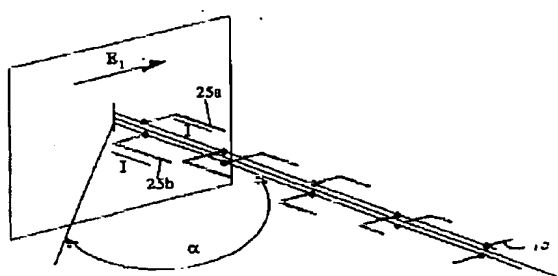
【図6】



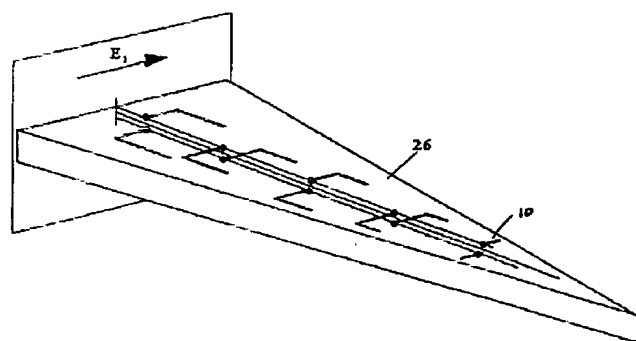
【図7】



【図8】



【図9】



【図10】

